

Application number: H04-2754  
Date of filing: January 10, 1992  
Publication number: H05-189543  
Date of publication of application: July 30, 1993  
Applicant: Hitachi Ltd.  
Inventor: Sano, Koichi, et.al.  
Title of the Invention: Perspective image rendering method

---

[Scope of the Claim]

[Claim 1]

In a perspective image rendering method of rendering a perspective view showing an object on the basis of three-dimensional voxel data indicative of said object to display an image indicative of said perspective view on a two-dimensional screen, said perspective image rendering method is of performing a perspective transformation of said voxel data, defining a point on said image and a local area including said point, performing a density modification of inner voxel data associated with said local area and disposed on a sight line, and reflecting the result of said density modification in said image to be displayed on said screen while displaying on said screen information on perspective of said object.

[Claim 2]

A perspective image rendering method as set forth in claim 1, which is of reflecting the result of said density modification in said image to be displayed on said screen while displaying on said screen information on a value to be defined on the basis of the number of said inner voxel data to be density-modified and to be disposed on said sight line.

[Claim 3]

A perspective image rendering method as set forth in claim 1, in which said perspective information is a distance from predetermined voxel to be disposed on said sight line.

[Claim 4]

A perspective image rendering method as set forth in claim 3, in which said predetermined voxel to be disposed on said sight line is initial data in the direction of said sight line.

[Claim 5]

A perspective image rendering method as set forth in claim 3, in which said predetermined voxel has a sequential number to be numbered from said initial data, said sequential number of said predetermined voxel is larger than a predetermined number.

[Claim 6]

A perspective image rendering method as set forth in claim 1, in which said steps includes a step of converting said perspective information to density information, and displaying on said screen, as an image, position information based on said density information.

[Claim 7]

A perspective image rendering method as set forth in claim 1, in which said perspective information is displayed on said screen as a profile taken in the direction of a predetermined line passing through a point indicated on said perspective view of said image.

[Claim 8]

A perspective image rendering method as set forth in claim 1, which is of counting the number of picking a button switch of a mouse when a cursor is superimposed on an image of said perspective view to be represented by said inner voxel data to be density-modified, and deciding the depth of inner voxel data to be density-modified on the basis of said number.

[Claim 9]

In a perspective image rendering method of rendering a perspective view showing an object on the basis of three-dimensional voxel data indicative of said object to display an image of a perspective view on a two-dimensional screen, said perspective image rendering method is of performing a perspective transformation of said voxel data, defining a point on said image and a local area including said point, performing a density modification of inner voxel data forming part of said voxel data, and reflecting the result of said density modification in said image to be displayed on said screen in combination with an image of a cross-sectional view to be represented by partial inner voxel data.

[Claim 10]

A perspective image rendering method as set forth in claim 9, in which said image of said cross-sectional view of said object taken by said sight line is displayed on said screen.

[Claim 11]

A perspective image rendering method as set forth in claim 9, in which said images of said cross-sectional views each to be represented by said inner voxel data is displayed on said screen.

[Claim 12]

A perspective image rendering method as set forth in claim 11, in which said images each indicative of said cross-sectional view of said object includes at least one of a sagittal image, a coronal image, and a transversal image.

[Claim 13]

In a perspective image rendering method of rendering a perspective view showing an object on the basis of three-dimensional voxel data indicative of said object to display an image of a perspective view on a two-dimensional screen, said perspective image rendering method is of performing a perspective transformation of said voxel data, defining a point on said image and a local area including said point, performing a density modification of inner voxel data forming part of said voxel data, reflecting the result of said density modification in said image to be displayed on said screen, pivotably processing said density-modified inner voxel data, and displaying on said screen said image of said perspective view to be represented by said processed inner voxel data.

[Claim 14]

A perspective image rendering method as set forth in claim 13, which is of displaying on said screen said images of said perspective views each to be represented by said perspective transformed voxel data.

[Claim 15]

A perspective image rendering method as set forth in claim 14, in which at least one of said images to be displayed on said screen is indicative of said perspective view of a front direction, a side direction, or a plane direction.

[Claim 16]

In a perspective image rendering method of rendering a perspective view showing an

object on the basis of three-dimensional voxel data indicative of said object to display an image of a perspective view on a two-dimensional screen, said perspective image rendering method is of performing a perspective transformation of said voxel data, defining a point on said perspective view and a sight line passing through said point, said sight line defining a portion of said object, and performing a density modification of inner voxel data forming part of said voxel data, reflecting the result of said density modification in said image to be displayed on said screen, performing said perspective transformation of said density-modified voxel data, and displaying on said screen said image of said perspective view to be represented by said perspective transformed and said density-modified voxel data.

[Claim 17]

In a perspective image rendering method of rendering a perspective view showing an object on the basis of three-dimensional voxel data indicative of said object to display an image of a perspective view on a two-dimensional screen, said perspective image rendering method is of performing a perspective transformation of said voxel data, defining a point on said perspective view and a sight line passing through said point, said sight line defining a portion of said object, performing a density modification of inner voxel data forming part of said voxel data, and reflecting the result of said density modification in said image to be displayed on said screen in combination with an image of a cross-sectional view to be represented by partial inner voxel data.

[Claim 18]

In a perspective image rendering method of rendering a perspective view showing an object on the basis of three-dimensional voxel data indicative of said object to display an image of a perspective view on a two-dimensional screen, said perspective image rendering method is of performing a perspective transformation of said voxel data, defining a point on said image and a local area including said point, performing a density modification of inner voxel data in association with said local area on a predetermined direction vector, and reflecting the result of said density modification in said image to be displayed on said screen while displaying said image of said perspective view to be represented by said voxel data transformed in the direction of said direction vector.

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-189543

(43)Date of publication of application : 30.07.1993

(51)Int.Cl.

G06F 15/62

G06F 15/72

(21)Application number : 04-002754

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 10.01.1992

(72)Inventor : NAGAO CHIGUSA  
SANO KOICHI  
SEKIGUCHI HIROYUKI  
YOKOYAMA TETSUO

## (54) THREE-DIMENSIONAL IMAGE INFORMATION PRESENTING METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the image editing efficiency by editing an image undergone the three-dimensional perspective conversion while confirming the depth information on the image in real time.

CONSTITUTION: In regard of a device which displays the three-dimensional boxcell on a two-dimensional display, a single point is pointed on an image which undergone the three-dimensional perspective conversion and is to be shown on the two-dimensional display. Then the density changing processing is applied to an internal boxcell set on a visual line corresponding to a local area including the pointed point. The result of the density changing processing is reflected on the image shown on the two-dimensional display. At the same time, the depth information on the image is also shown on the display.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.11.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3232612

[Date of registration] 21.09.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

特開平5-189543

(43)公開日 平成5年(1993)7月30日

|                          |         |         |     |        |
|--------------------------|---------|---------|-----|--------|
| (51)Int.CI. <sup>5</sup> | 識別記号    | 庁内整理番号  | F I | 技術表示箇所 |
| G 0 6 F 15/62            | 3 5 0   | 8125-5L |     |        |
| 15/72                    | 4 5 0 A | 9192-5L |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数18(全15頁)

|          |                 |         |   |
|----------|-----------------|---------|---|
| (21)出願番号 | 特願平4-2754       | (71)出願人 | 000005108<br>株式会社日立製作所<br>東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地      |
| (22)出願日  | 平成4年(1992)1月10日 | (72)発明者 | 長尾 ちぐさ<br>神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内 |
|          |                 | (72)発明者 | 佐野 耕一<br>神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内  |
|          |                 | (72)発明者 | 関口 博之<br>神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内  |
|          |                 | (74)代理人 | 弁理士 小川 勝男   |

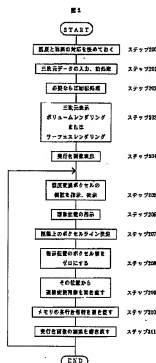
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 三次元画像情報提示方法

## (57)【要約】

【構成】三次元ボクセルデータを二次元ディスプレイに表示する装置において、二次元ディスプレイに表示される三次元透視変換された画像901上で一点を指示し、その指示された点を含む局所領域に該当する視線上の内部ボクセルに対して濃度変更処理を施し、その結果を二次元ディスプレイに表示される画像に反映させる際、同時に反映された画像の奥行き情報をディスプレイに表示する。

【効果】三次元透視変換された画像の奥行き情報をリアルタイムに確認しながら、画像編集を行うことができ、画像編集の効率をあげることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】三次元ボクセルデータを二次元ディスプレイに表示する装置において、前記二次元ディスプレイに表示される三次元透視変換された画像上で一点を指示し、その指示された点を含む局所領域に該当する視線上の内部ボクセルデータに対して濃度変更処理を施し、その結果を前記二次元ディスプレイに表示される画像に反映させる際、同時に前記反映された画像の奥行き情報を、前記ディスプレイに表示することを特徴とする三次元画像情報提示方法。

【請求項2】請求項1において、前記濃度変更処理を施し、その結果を前記二次元ディスプレイに表示される画像に反映させる際、同時に前記濃度変更処理を施す視線上の内部ボクセルの数に比例する値を前記ディスプレイに表示する三次元画像情報提示方法。

【請求項3】請求項1において、前記奥行き情報を、前記視線上に予め定められたボクセルからの距離とする三次元画像情報提示方法。

【請求項4】請求項3において、前記視線上に予め定められたボクセルが視線方向の先頭データである請求項3記載の三次元画像情報提示方法。

【請求項5】請求項3において、前記視線上に予め定められたボクセルが視線方向の先頭データから先頭からボクセルを順にたどったときに、予め定めた値を超えたボクセルである三次元画像情報提示方法。

【請求項6】請求項1において、前記奥行き情報を濃度情報に変換して前記透視変換画像全体の位置情報を画像として表示する三次元画像情報提示方法。

【請求項7】請求項1において、前記奥行き情報を前記画像上で指示された点を通る予め定められた方向の直線上のプロフィールグラフとして表示する三次元画像情報提示方法。

【請求項8】請求項1において、前記濃度変更処理を施す内部ボクセルの位置をマウスのボタンをビックした回数に応じて深くしていく、また、別のボタンをビックした回数に応じて浅くしていく三次元画像情報提示方法。

【請求項9】三次元ボクセルデータを二次元ディスプレイに表示する装置において、前記二次元ディスプレイに表示される三次元透視変換された画像上で一点を指示し、その指示された点を含む局所領域に該当する視線上の内部ボクセルデータに対して濃度変更処理を施し、その結果を前記二次元ディスプレイに表示される画像に反映させる際、同時に前記内部ボクセルデータの一部を含む断面像を、前記ディスプレイに表示することを特徴とする三次元画像情報提示方法。

【請求項10】請求項9において、前記内部ボクセルデータの一部を含む断面像が前記視線を含む断面像である三次元画像情報提示方法。

【請求項11】請求項9において、前記内部ボクセルデータを含む断面像が複数である三次元画像情報提示方

法。

【請求項12】請求項11において、前記複数の断面像が、サジタル、コナラル、トランス像のうち、少なくとも一つを含む三次元画像情報提示方法。

【請求項13】三次元ボクセルデータを二次元ディスプレイに表示する装置において、前記二次元ディスプレイに表示される三次元透視変換された画像上で一点を指示し、その指示された点を含む局所領域に該当する視線上の内部ボクセルデータに対して濃度変更処理を施し、その結果を前記二次元ディスプレイに表示される画像に反映させる際、同時に前記濃度変更処理を施した結果に対して、回転指示を施して、前記指示された方向から三次元透視変換した画像を前記二次元ディスプレイに表示することを特徴とする三次元画像情報提示方法。

【請求項14】請求項13において、前記回転の角度の透視変換の表示が複数である三次元画像情報提示方法。

【請求項15】請求項14において、前記複数の透視変換画像が、それぞれ、正面方向、側面方向、平面方向のうち少なくとも一つを含む三次元画像情報提示方法。

【請求項16】三次元ボクセルデータを二次元ディスプレイに表示する装置において、前記三次元ボクセルデータの位置情報を濃度情報に変換して前記二次元ディスプレイに表示された画像上で一点を指示し、その指示された点を含む局所領域に該当する視線上の内部ボクセルデータに対して濃度変更処理を施し、その結果を前記二次元ディスプレイに表示される画像に反映させる際、同時に前記濃度変換処理を行った後のボクセルデータを三次元透視変換した画像を前記二次元ディスプレイに表示することを特徴とする三次元画像情報提示方法。

【請求項17】三次元ボクセルデータを二次元ディスプレイに表示する装置において、前記二次元ディスプレイに表示されるボクセルデータの断面像上の領域を指示できる処理をし、その指示された領域に該当するボクセルデータに対して濃度変更処理を施し、その結果を前記二次元ディスプレイに表示される画像に反映させる際、同時に前記濃度変換処理を施した結果を三次元透視変換して、前記二次元ディスプレイに表示することを特徴とする三次元画像情報提示方法。

【請求項18】三次元ボクセルデータを二次元ディスプレイに表示する装置において、前記二次元ディスプレイに表示される三次元透視変換された画像上で一点を指示し、その指示された点を含む局所領域に該当する予め定められた方向ベクトル上の内部ボクセルデータに対して濃度変更処理を施し、その結果を前記二次元ディスプレイに表示される画像に反映させる際、同時に前記ベクトル方向から透視変換した画像を前記ディスプレイに表示することを特徴とする三次元画像情報提示方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、三次元空間上で得られ

たボクセルデータを用いて三次元表示を行うときの画像情報提示方法に係り、特に、断層像を得る医用診断装置(MRI, X線CTなど)で撮影した複数の断層像からなる三次元データを用いた三次元表示を行う装置に好適な三次元画像情報提示方法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】三次元画像データは、ボクセルと呼ばれる小立方体の集合で表される。二次元画像のデータの場合は、そのまま、CRT表示すれば、人間の目に見える形になっているのに対して、三次元画像の場合は、なんらかの形で、二次元データに射影し、三次元的に知覚できる形に変換する処理が必要である。この変換処理の内容は、三次元から二次元に変換する透視変換、影になって見えぬ部分を消去する陰面消去、立体感を出すために陰影を付けるシェーディングからなり、コンピュータグラフィックス(Computer Graphic s:CG)の分野で発展してきた技術である。

【0003】医用三次元表示処理も、当初は、上に述べたCGの技術がそのまま利用された。しかし、人間が定義した三次元形状を操作するCG技術は、そのままで、人体のような自然物の操作には適しておらず、ボリュームレンダリングという手法で発展を遂げている。なお、このボリュームレンダリングの手法は、日経コンピュータグラフィックス 1988年12月号第152〜163頁(以下、文獻1という)、アイ・イー・イー・イー・トランザクション・オン・メディカル・イメージング、第8巻、第3号、第217〜226頁(IEEE Trans.on Medical Imaging, v1.8, No.3, pp.217-226, 1989)(以下、文獻2という)に、その詳細が記載されている。その要点は、表示したい対象の境界面を抽出するのではなく、各ボクセルにおける濃度をもちに、三次元空間上でボクセルの傾きと光源から出る光の透過率を求め、その反射光の総和として三次元表示したものである。上述のボクセルの傾きの近似計算法として、gray-level gradientとよぶ手法が用いられている。これは、三次元空間上三方向隣接ボクセルの濃度感の傾きをそのボクセルの空間的な傾きとして利用するものである。ここで、透視変換後の濃度は、前のボクセルから透過してきた光量に、光源の向きとボクセルの傾きから決定される反射係数と不透明度(ボクセルの濃度の関数)の積で決定した値を、透視方向に加算して求める。ボリュームレンダリング手法では、不透明度パラメータ $\alpha$ の値が大きくなるにつれて、表皮の表示濃度が高くなる。サーフェスレンダリングは不透明度の値を最大にし、表皮だけを表示する手法である。

【0004】また、文獻1または2は、画像の編集にも触れている。前者では、マットボリュームとよばれるボクセルと一対一に対応したマトリックスを用いて、切りだしたい部分に値を入れておき、マトリックス演算で行う画像編集方式について述べている。また、後者では、

ボリュームレンダリングの手法を用いたインタラクティブな三次元画像処理システム(ANALIZE)について詳しく述べられている。この中には、三次元画像を編集する機能として、三次元的な部分を切断する機能についても触れられている。さらに、ジャミット・メディカル・イメージングテクノロジー、第7巻、第2号、第19から170頁(JAMIT, Medical Imaging Technology, vol.7, No.2, pp.169-170, 1989)(以下、文獻3という)でもインタラクティブな三次元処理システムに触れ、骨の切断、合成、分離等について述べている。

【0005】また、本発明に先立ち、本願出願人は既に三次元画像編集方法を考えて(特願平2-150500号明細書として)出願した。平行透視変換を行った透視画面上で一点を指定すると、指示された位置のボクセルに濃度変換処理を施して、再度透視変換を行う手法である。この手法では、視点から指示した点に至るラインである視線上の値が、ボクセルのラインに相当することに注目し、該当するボクセルのみを濃度変換することで、簡単に該当部分を消したり、あるいは、表面に新しい物体を付加する処理が実現できる。例えば、指示されたボクセルデータの値をゼロにすることにすれば、画面上をマウスですると三次元消しゴムが実現できる。この手法の特徴は三次元画像をインタラクティブに編集すること、つまり、表示された画像に対して、的確に指示を与え、ごく一部の領域だけを対象に削りとり逆に加付するような濃度変換処理、また、局所的な画像編集を行う上で、操作性の良い処理手段としての三次元画像編集方法である。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術で、文獻1に示される方法は、三次元画像をインタラクティブに編集することについて、考慮されていなかった。このため、表示された画像に対して、的確に指示を与えることは不可能であった。また、文獻2、3はインタラクティブに画像を編集する機能について触れているものの、例えば、画像上で複数点を指定してそれから定まる平面で切断するなど、平面単位で処理する機能しかなかった。このため、ごく一部の領域だけを対象に削りとり、逆に付加するような処理は不可能であった。

【0007】一方、本願出願人が先に提出した特願平2-150500号明細書に示した技術ではこの点が改善されているが、一方からの二次元投影画像しか提示されておらず、奥行き情報の表現が不十分である。つまり、二次元の投影画像の各画素の濃度は、投影されているボクセルとその周りのボクセルとの濃度関係と、ボクセル自体の濃度値の両者によって求められているので、実際三次元画像編集を行うときは、着目する位置の濃度データとその周囲の濃度データから、着目する点の奥行きを感覚的に推測する方法しかなく現在編集が行われている三次元ボクセルの深さを正確に把握したり、次に編集指示す



べき位置を正確に指示することが困難である。

【0008】本発明は、従来の技術における上述のような問題を解消し、局所的な画像編集を行う上で視覚的な確認をしながら操作性の良い処理手段としての三次元画像情報提示方法を提供することにある。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の上記目的は三次元ボクセルデータを二次元ディスプレイに表示する装置において、前記二次元ディスプレイに表示される三次元透視変換された画像の位置情報を求め、前記三次元透視変換された画像上で一点を指示し、その指示された点を含む局所領域に該当する視線上の内部ボクセルデータに対して濃度変更処理を施した結果を表示する際、同時に前記濃度変更処理結果画像の奥行き位置情報を更新し、前記位置情報をデジタル値や画素値として前記ディスプレイに表示する、または、同時に前記内部ボクセルデータを含む断面像を前記二次元ディスプレイに表示する、または同時に前記濃度変更処理を施した結果を回転して三次元透視変換し、前記二次元ディスプレイに表示する三次元画像情報処理方法によって達成される。

#### 【0010】

【作用】本発明にかかわる三次元画像情報提示方法では、並行透視変換を行った透視画面上で一点を指示し、その指示された点を含む局所領域に該当するボクセルのみを濃度変換することで、該当の部分を消したり、あるいは、表面に新しい物体を付加する処理を、簡単に実現するために、画像の位置情報を提示する。

【0011】すなわち、本発明に係る三次元画像情報提示方法では、従来のように一枚の透視画像だけで画像編集を行うのではなく、表示されている透視変換画像の奥行き等の高線画像や、断面図、別角度からの透視画像が表示されることによって、正確な奥行きを知ることができる。このように、視覚的に画像の奥行きを確認しながら該当するボクセルの三次元的な位置を直感的に把握して編集していくことが大きな特徴である。また、このように提示された奥行き画像を指示して、画像編集を行うことも可能である。

【0012】このようにして、実際の手術の前に本発明の支援によって三次元ボクセルを画像編集すれば、患部の位置と大きさ、形状の他、患部の周りの組織との関係をもっと正確に把握することが可能となり、手術前の医師間のコミュニケーションや手術シミュレーションが可能となる。

#### 【0013】

##### 【実施例】

<実施例1>図1のCPU103における処理手順の一例を図2にフローチャートで示す。以下、図2に示したフローチャートに従い、図3、図4を用いて実施例を説明する。なお、本実施例では、MRIの三次元撮影法を用いて得た頭部像の三次元画像部分加工処理の例について

説明するが、本発明は、他の部位、画像処理、他の目的に対しても、もちろん、適用可能である。

#### 【0014】ステップ200

奥行き画像を表示する濃度値と奥行き値との対応をあらかじめ決めておく。

#### 【0015】ステップ201

MRIによって撮影された頭部三次元ボクセルデータ(128\*128\*128Byte:1ボクセルは1バイト(Byte))を、I/O装置101を通じてメモリ102に格納する。この時、必要ならば、適当に定めた値以下はランダムノイズと考えると、あらかじめ除去し、その濃度をゼロとしておく(前処理)。

【0016】ステップ202:オペレータは、必要ならば回転処理を指示して必要な方向に向ける。その場合CPU103でボクセルデータの補間処理を行って三次元ボクセルデータを回転させる。

【0017】ステップ203:このデータを元に、ボリュームレンダリング(図3のボリュームレンダリング実施例を参照)、または、サーフェスレンダリング手法(図4のサーフェスレンダリングの実施例を参照)により、三次元表示を行う(図5の501)。

【0018】ステップ204:各視線ライン上で、ステップ302または402で記憶させたボクセルの奥行き値によってあらかじめ決められている画素値を対応させてCRT105に奥行き画像として投影する。(図5-502)

ステップ205:濃度変換処理を行うボクセルの個数を指示し、ディスプレイにデジタル表示する。

【0019】ステップ206:マウス106を用いてCRT105上のカーソルを移動させて、三次元透視変換画像上(図5の501)にもっていき、ボタンをクリックする。

【0020】ステップ207:カーソルで指示された画素と視線から、そのボクセル上のラインを決定する。

【0021】ステップ208:ライン上でステップ302または402で記憶された位置から視線方向に指示された数だけボクセル濃度をゼロにする。

【0022】ステップ209:その位置からボリュームレンダリング、または、サーフェスレンダリングして、その点の透視変換した値を求めて、画面上の該当する画素を書き直す。

【0023】ステップ210:メモリ102で該当する奥行き情報の値に指示された数を加えて書き直す。

【0024】ステップ211:奥行き情報の値によってあらかじめ決められている濃度値を対応させてCRT105上の奥行き画像(図5の502)上の該当する画素を書き直す。以下、ステップ204に戻って繰り返す。

【0025】上記実施例において、頭部の表面上をカーソルでなぞると徐々に表面が消えて、内部の脳表面を見ることができ三次元消しゴムとなるが、奥行き画像上では表面の画素の位置が等高線のように表示されているので、透視変換画像の奥行きを把握することができる。透

視変換画像と奥行き画像を二次元ディスプレイ上に重ねて表示してもよく、より直感的な把握を可能にすることができる。

【0026】また、上述の処理中、ステップ205でディスプレイに表示する値は、実際の頭部における濃度変換処理を行う領域の距離などボクセルの個数に比例した値でも良い。

【0027】また、ステップ206で削除位置を指定する際、既に表示されている奥行き画像上を指示しても良い。この場合もステップ207では、指示された画素の視線方向のラインを決定する。

【0028】また、ステップ210で、メモリの奥行き情報を書き直した後、投影画面上で指示された点を通る透視画面上の直線上の奥行き情報をプロフィールグラフとして表示することも可能である。

【0029】＜ボリュームレンダリング実施例＞  
ステップ301:光源を視線方向に設定、入射光Lの初期値を設定、不透明度パラメータ $\alpha$ を設定、閾値を設定する。

【0030】ステップ302:投影濃度を求める視線を決定する。

【0031】ステップ303:視線方向から順にボクセルをたどり初めて閾値を超えたボクセルの奥行きをメモリ102に記憶する。

【0032】ステップ304:視線上次のボクセルへの入射光Lを計算する。

【0033】 $L = L(1 - \alpha(f_i))$   $f_i$ :光線上i番目のボクセルの濃度値

ステップ305:そのボクセルまでの投影される値Pを計算する。 $P = P + L * f_i$

ステップ306:以下、ステップ304に戻って繰り返す。

【0034】Lが無視できるほど小さくなったところで計算を打ち切る。

【0035】ステップ307:Pを投影面上の値とする。

【0036】ステップ308:以下、ステップ302に戻って繰り返す。

【0037】全ての求めるべき視線について計算を終えたら、計算を打ち切る。

【0038】上述の処理中、ステップ303におけるボクセルの奥行きは、それぞれの実施例の奥行きの基準点をもとにしている。この実施例では、視線方向先端データを基準点としているが、皮膚表面を基準点とする場合は、ステップ303におけるボクセルの奥行きをゼロとすることも考えられる。

【0039】＜サーフェスレンダリング実施例＞  
ステップ401:光源を視線方向に設定、入射光Lを設定、不透明度パラメータ $\alpha$ を設定、閾値を設定  
ステップ402:投影濃度を求める視線を決定。

【0040】ステップ403:視線方向から順にボクセルをたどり初めて閾値を超えたボクセル(濃度値 $f_i$ )の奥

行きをメモリ102に記憶する。

【0041】ステップ404:

$P = L * f_i$ を投影面上の値とする

ステップ405:Pを投影面上の値とする。

【0042】ステップ406:以下、ステップ402に戻って繰り返す

全ての求めるべき視線について計算を終えたら、計算を打ち切る。

【0043】＜実施例2＞以下、本発明の第二の実施例として、注目領域を含む断面像を表示する例を、図6に示したフローチャートに依り、図7を用いて説明する。

【0044】ステップ601

ステップ602:実施例1のステップ201～202と同じ。

【0045】ステップ603:このデータをもとに、ボリュームレンダリング(図3のボリュームレンダリング実施例参照)、または、サーフェスレンダリング手法(図4のサーフェスレンダリング実施例参照)により、三次元表示を行う(図7の701)。

【0046】ステップ604:三次元ボクセルデータの中心のボクセルを含むサジタル(図7の702)、コラナル(図7の703)、トランス(図7の704)断面像をCRT105に表示する。

【0047】ステップ605:マウス106を用いて、CRT105上のカーソルを移動させて、三次元透視変換画像上(図7の701)でボタンをクリックする。

【0048】ステップ606:カーソルで指示された画素と視線から、そのボクセル上のラインを決定する。

【0049】ステップ607:ライン上で、ステップ303または403またはステップ610でメモリ102に記憶された奥行きのボクセルの濃度をゼロにする。

【0050】ステップ608:ラインに沿ってボリュームレンダリング、または、サーフェスレンダリングして、その点の透視変換した値を求めて、画面上の該当する画素を画き直す。

【0051】ステップ609:カーソルで指示された画素を含む断層増をサジタル(図7の702)、トランス(図7の702)、コラナル(図7の703)の三方向表示する。

【0052】ステップ610:ステップ607で濃度変更処理を施したボクセルの視線上次のボクセルを新たな奥行き情報としてメモリ102に格納する。以下、ステップ605に戻って繰り返す。

【0053】上述の処理中、ステップ605で削除位置を指定する際、既に表示されている断面像上を指示しても良い。この場合、視線方向から指示された画素に向かう全てのボクセルの値をゼロにしても良いし、また、断面像上で、対象領域をマウスで囲む指示をして、囲まれた領域のボクセルの値だけをゼロにしても良い。

【0054】また、断層面は、サジタル、コラナル、トランスの全てを出す必要はなく、さらに任意方向の断面を表示しても良い。

【0055】このように顔の三次元データを、どのように三次元画像編集したのかを見るには、断面画像の他に、他方向からのレンダリング表示で把握することも可能である。

【0056】<実施例3>以下、本発明の第三の実施例として、複数方向からのレンダリング表示をする例を、図8に示したフローチャートに従い、図9を用いて説明する。

【0057】ステップ801～ステップ802:実施例1のステップ201～202と同じ。

【0058】ステップ803:このデータをもとに、ボリュームレンダリング(図3のボリュームレンダリング実施例を参照)、または、サーフェスレンダリング手法(図4のサーフェスレンダリング実施例を参照)により、三次元表示を行う(図9の901)。

【0059】ステップ804:頭部の三次元ボクセルデータを正面方向(図9の902)、側面方向(図9の903)、平面方向(図9の904)からボリュームレンダリング、または、サーフェスレンダリングしたものをCRT105に表示する。

【0060】ステップ805:マウス106を用いて、CRT105上のカーソルを移動させて、三次元透視変換画像上(図9の901)でボタンをクリックする。

【0061】ステップ806:カーソルで指示された画素と視線から、そのボクセル上のラインを決定する。

【0062】ステップ807:ライン上で、ステップ303、403またはステップ810でメモリ102に記憶された奥行きのボクセルの濃度をゼロにする。

【0063】ステップ808:ラインに沿ってボリュームレンダリング、または、サーフェスレンダリングして、その点の透視変換した値を求めて、画面上の該当する画素を画き直す。

【0064】ステップ809:ステップ804で表示された正面、側面、平面方向からの透視変換像のうち、ステップ807で濃度をゼロにしたボクセルが投影されている画素を再度、ボリュームレンダリングまたはサーフェスレンダリングして画き直す。

【0065】ステップ810:ステップ807で濃度変更処理を施したボクセルの視線上次のボクセルを新たな奥行き情報としてメモリ102に格納する。以下、ステップ805に戻って繰り返す。

【0066】上述の処理中、ステップ805で削除位置を指定する際、既に表示されている正面、側面、側面像(図9の902、903、904)上を指示しても良い。この場合も指示した画素に対応するボクセルと、画像上の視線、ボクセルラインを決定し、同様の処理を施す。

【0067】また、正面、側面平面方向の全てを表示する必要はなく、さらに任意角度に回転した画像を表示することもできる。

【0068】<実施例4>次に、マウスでの指示法の一例

例を実施例4として、図10に示したフローチャートに従って説明する。

【0069】ステップ1000～1002:実施例1のステップ200～202と同じ。

【0070】ステップ1003:ボリュームレンダリングを計算し始める位置を画像編集パラメータとし、初期値をゼロにする。

【0071】ステップ1004:マウス106を用いて、CRT105上のカーソルを移動させて、三次元透視変換画像上にもっていき、ボタン107、または、ボタン108をクリックする。

【0072】ステップ1005:ステップ1004でクリックされたボタンがボタン107であった場合、画像編集パラメータの値に1を加える。

【0073】ステップ1006:ステップ1004でクリックされたボタンがボタン108であった場合、画像編集パラメータの値から1を減じる。

【0074】ステップ1007:画像編集パラメータの値を表示する。

【0075】ステップ1008:カーソルで指示された画素と視線から、そのボクセル上のラインを決定する。

【0076】ステップ1009:ステップ303または403でメモリ102に記憶させた皮膚の位置に、画像編集パラメータの値を加えた位置を新たなボリュームレンダリングの位置とする。

【0077】ステップ1010:そのボクセルからボリュームレンダリングして、画面上の該当する画素を画き直す。

【0078】ステップ1011:再度、マウス情報を読み込み、ボタンが押されている状態であれば、以下ステップ1007に戻って繰り返す。ボタンが、再度、クリックされていれば、以下押されたボタンによってステップ805か806へ戻って繰り返す。

【0079】実施例1から4に示す処理を実現することで、手術シミュレーションを行うことも可能になる。

【0080】

【発明の効果】本発明によれば、三次元ボクセルデータを二次元ディスプレイに表示する装置において、二次元ディスプレイに表示される三次元透視変換された画像上で一点を指示し、その指示された点を含む局所領域に該当する視線上の内部ボクセルデータに対して濃度変更処理を施した結果と、濃度変換を施した画像の位置情報を二次元ディスプレイに表示される画像に反映させるようにしたことにより局所的な画像編集を行う上で操作性の良い処理手段としての三次元画像編集方法を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の適用対象であるシステムの構成例を示すブロック図。

【図2】本発明の一実施例を示す部分削除処理のフロー

チャート。

【図3】ボリュームレンダリングの一実施例を示すフローチャート。

【図4】サーフェスレンダリングの一実施例を示すフローチャート。

【図5】図2のフローチャートの実施内容を示す説明図。

【図6】本発明の他の実施例である断面像表示例のフローチャート。

【図7】図6のフローチャートの実施内容を示す説明図。

【図8】更に他の実施例である多方向投影像表示例のフローチャート。

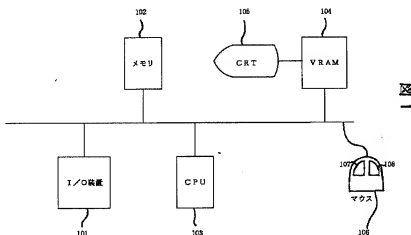
【図9】図8のフローチャートの実施内容を示す説明図。

【図10】マウスでの指示法の実施例を示すフローチャート。

【符号の説明】

101…I/O装置、102…メモリ、103…CPU、104…VRAM、105…CRT、106…マウス、107…マウスボタン、108…マウスボタン。

【図1】



【図5】

メス深さ 5 ボクセル

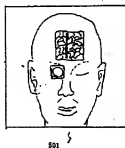
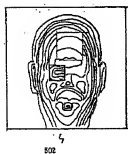
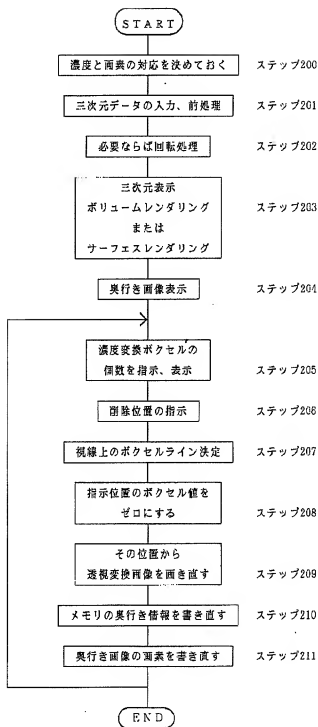


図5

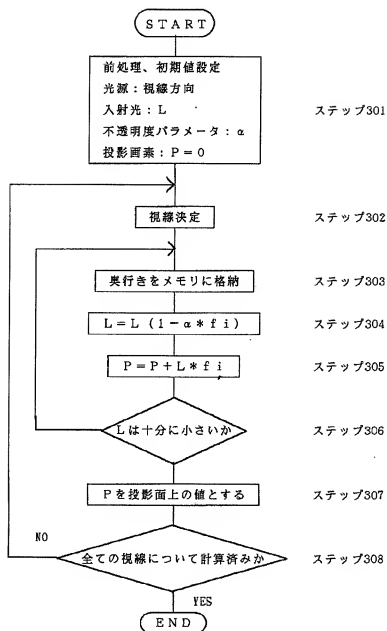
【図2】

図2



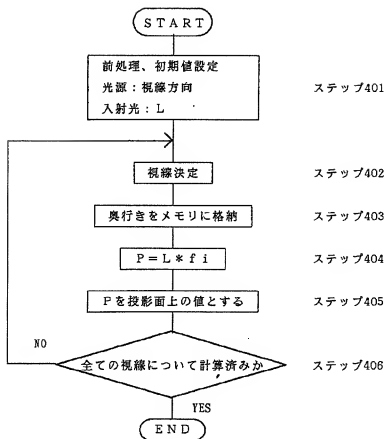
【図3】

図 3

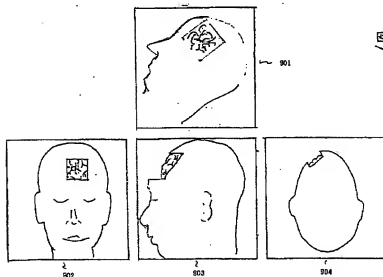


【図4】

図4

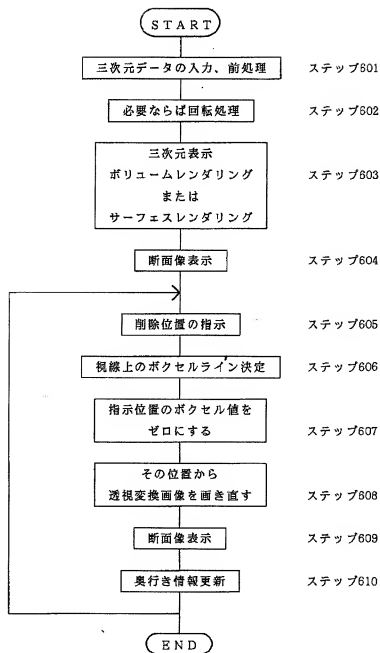


【図9】



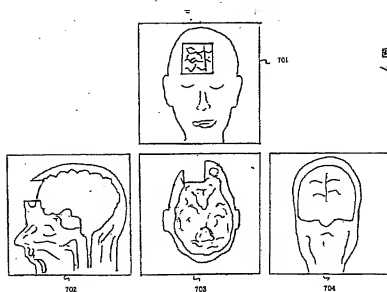
【図6】

図 6



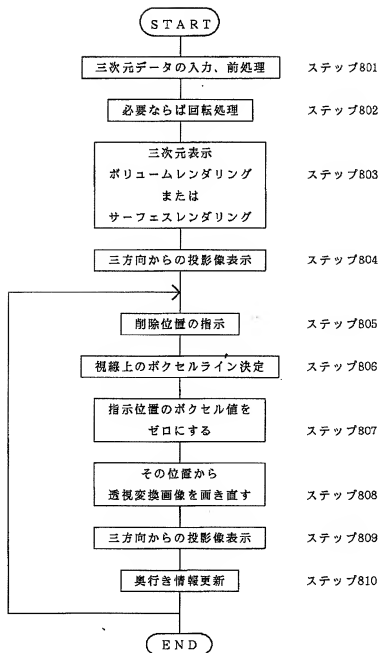


【図7】



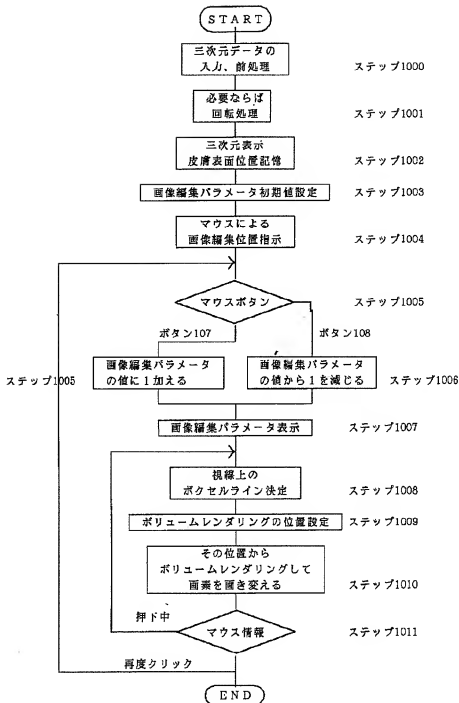
【図8】

図 8



【図10】

図10



フロントページの続き

(72)発明者 横山 哲夫

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株  
式会社日立製作所システム開発研究所内